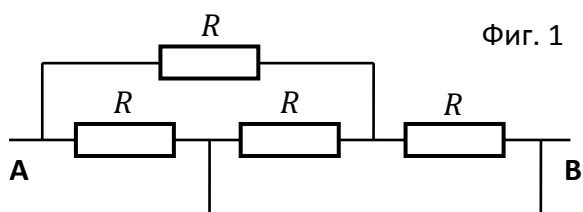


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ЕСЕННО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА,
14 – 15 ноември 2015 г., Велико Търново
Тема за 11–12. клас

Задача 1. Електрическа верига.



Четири резистора с еднакво електрично съпротивление $R = 25 \, \Omega$ са свързани посредством проводници с пренебрежимо електрично съпротивление по начина, показан на фиг. 1.

а) Определете електричното съпротивление R_{AB} между точките **A** и **B** на тази верига.

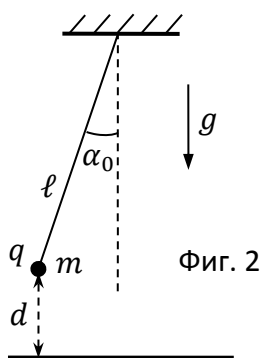
Начертайте еквивалентната схема, от която сте намерили съпротивлението. [3 т.]

б) Към двата края на веригата е свързана батерия с електродвижещо напрежение $\mathcal{E} = 5 \, \text{V}$ и вътрешно съпротивление $r_0 = 0,2 \, \Omega$. Какъв ток I_R ще протече през горния резистор? [2 т.]

в) Изчислете електричната мощност P , която общо се отделя в четирите резистора. [1 т.]

г) Намерете при каква друга стойност на съпротивлението на резисторите R , отделената мощност $P_{\max}$ в четирите резистора ще е максимална. Изчислете $P_{\max}$. [4 т.]

Задача 2. Заредено махало.



Дадено е малко топче с маса m и положителен заряд q , което е окачено на тънка неразтеглива безмасова непроводяща нишка с дължина ℓ , както е показано на фиг. 2. На разстояние $d = 3\ell/4$ под началното положение на топчето е поставена заземена метална равнина. В началния момент от времето топчето е отклонено на ъгъл α_0 спрямо вертикалата и оставено да се движи свободно. Приемете, че земното ускорение е g , а константата в закона на Кулон е k .

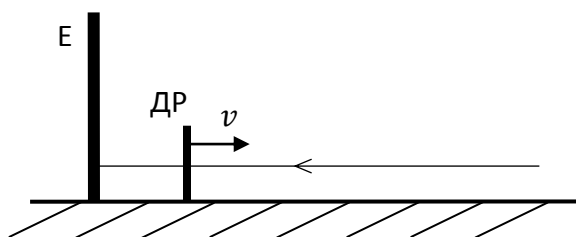
а) Начертайте посоките на всички сили, действащи върху топчето в началния момент от времето. Определете техните големина, ако ъгълът $\alpha_0 = 60^\circ$. [2 т.]

б) Намерете големината на силата, която е приложена в точката на окачване на нишката, в началния момент от времето. На колко е равна големината на силата на опън на нишката в момента, когато топчето е в най-долната точка от своето движение? [4 т.]

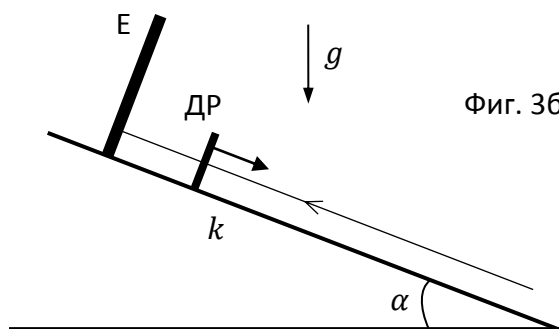
в) Като използвате, че за малки ъгли в радиани $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$, а $\cos \alpha \approx 1$, изведете формула за честотата ν на малките трептения на топчето. Пресметнете числената стойност на честотата, ако $m = 80 \, \text{g}$, $q = 1 \, \mu\text{C}$, а $\ell = 50 \, \text{cm}$. Земното ускорение $g = 9,8 \, \text{m/s}^2$, а електричната константа $k = 9 \times 10^9 \, \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$. [4 т.]

Упътване: Електричната потенциална енергия на заряд с големина q , който се намира на разстояние r от заземена метална равнина, е $W = -\frac{kq^2}{4r}$.

Задача 3. Движеща се дифракционна решетка.



Фиг. 3а



Фиг. 3б

Дадена е дифракционна решетка, която има 500 ивици на милиметър. Първоначално дифракционната решетка (ДР) е на разстояние $l_0 = 10$ cm от неподвижно закрепен екран (Е) и е оставена да се хлъзга със скорост v върху идеално гладка хоризонтална повърхност, както е показано на фиг. 3а. Дифракционната решетка се осветява перпендикулярно с тънък лазерен лъч с дължина на вълната $\lambda = 532$ nm.

а) Определете константата d на решетката. [1 т.]

б) Кой е максималният порядък на максимумите, които могат да се наблюдават? Приемете, че екранът е с произволно големи размери. [1,5 т.]

в) На колко трябва да бъде равна скоростта v , така че скоростта, с която се премества върху екрана дифракционният максимум от първи порядък, да е $u = 1$ cm/s? [2,5 т.]

г) Нека решетката се движи с намерената в предишната подточка скорост v . Намерете за какво време t от началото на движението максимумът от втори порядък ще се премести до първоначалното положение на максимума от трети порядък. [2 т.]

д) Екранът и дифракционната решетка са поставени върху наклонена равнина с ъгъл спрямо хоризонта $\alpha = 30^\circ$, както е показано на фиг. 3б. Като използвате, че земното ускорение е $g = 9,8$ m/s², а коефициентът на триене между поставката на дифракционната решетка и равнината е $k = 0,1$, намерете големината на ускорението a , с което ще се движи върху екрана вторият дифракционен максимум. [3 т.]